

**研究拠点形成事業**  
**平成 28 年度 実施計画書**  
**(平成 24～27 年度採択課題用)**

A. 先端拠点形成型、

### 1. 拠点機関

日本側拠点機関：	大阪大学
(ドイツ)拠点機関：	マックスプランク
(ベルギー)拠点機関：	imec
(英国)拠点機関：	オックスフォード大学
(米国)拠点機関：	パデュー大学
(ノルウェー)拠点機関：	ノルウェー科学技術大学
(フランス)拠点機関：	パリ南大学

### 2. 研究交流課題名

(和文)：健康と安心安全を支援する高度センシング技術開発に関する国際研究拠点形成  
(交流分野：ナノ・マイクロ科学)

(英文)：International Research Collaboration Network for Developing Highly Functional Sensing Devices for Health, Safety and Security  
(交流分野：nano・micro science)

研究交流課題に係るホームページ：

[http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/kikaku/mission/S-CtC\\_Project/Welcome.html](http://www.sanken.osaka-u.ac.jp/labs/kikaku/mission/S-CtC_Project/Welcome.html)

### 3. 採用期間

平成 25 年 4 月 1 日 ～ 平成 30 年 3 月 31 日  
(4 年度目)

### 4. 実施体制

#### 日本側実施組織

拠点機関：大阪大学

実施組織代表者(所属部局・職・氏名)：学長 西尾章治郎

コーディネーター(所属部局・職・氏名)：産業科学研究所 教授 松本和彦

協力機関：北海道大学電子科学研究所、東北大学多元物質科学研究所、

東京工業大学科学技術創成研究院化学生命科学研究所、

九州大学先導物質化学研究所、東京大学大学院新領域創成研究科

事務組織：大阪大学 国際部国際企画課

**相手国側実施組織** (拠点機関名・協力機関名は、和英併記願います。)

(1) 国名：ドイツ

拠点機関：(英文) Max Planck Institute

(和文) マックスプランク

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文) Mainz Laboratory・director・  
Paul BLOM

協力機関：(英文) University of Groningen

(和文) グローニンゲン大学

経費負担区分 (A型)：パターン1

(2) 国名：ベルギー

拠点機関：(英文) imec (Interuniversity Microelectronics Centre)

(和文) imec

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文) CT0& senior vice president・  
Jo DE BOECK

協力機関：(英文) Holst Centre

(和文) ホルストセンター

協力機関：(英文) Delft University of Technology

(和文) デルフト工科大学

協力機関：(英文) KU Leuven

(和文) ルーベンカソリック大学

経費負担区分 (A型)：パターン1

(3) 国名：英国

拠点機関：(英文) University of Oxford

(和文) オックスフォード大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文) Department of Physics・  
Associate Professor (Director of the Oxford Martin Programme on  
Nanotechnology)・Sonia CONTERA

経費負担区分 (A型)：パターン1

(4) 国名：米国

拠点機関：(英文) Purdue University

(和文) パデュー大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名)：(英文) Electrical and Computer Engineering・  
Professor・David JANES

協力機関：(英文) Drexel University

(和文) ドレクセル大学

協力機関：(英文) University of Washington

(和文) ワシントン大学

経費負担区分 (A型) : パターン1

(5) 国名 : ノルウェー

拠点機関 : (英文) Norwegian University of Science and Technology (NTNU)

(和文) ノルウェー科学技術大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名) : (英文) Dept. Structural Engineering・  
Professor・Zhiliang ZHANG

協力機関 : (英文) Aalto University

(和文) アルト大学

経費負担区分 (A型) : パターン1

(6) 国名 : フランス

拠点機関 : (英文) University of Paris-Sud

(和文) パリ南大学

コーディネーター (所属部局・職・氏名) : (英文) Institut de chimie moléculaire et  
des matériaux d'Orsay・Professor・Giang VO-THANH

協力機関 : (英文) University de Bourgogne

(和文) ブルゴーニュ大学

協力機関 : (英文) Institut Mines-Telecom

(和文) テレコム

協力機関 : (英文) University of Rennes 1

(和文) レンヌ第1大学

経費負担区分 (A型) : パターン1

## 5. 全期間を通じた研究交流目標

本研究交流計画では、大阪大学産業科学研究所（以下、産研と記述する）を拠点本部とした日欧米研究拠点を形成し、次世代の健康と安心安全を支援する人に優しい高度センシング技術の開発に向けた国際連携研究を行う。内容としては、ソフトマテリアル・デバイス技術と高度情報処理技術とを融合させた、高度センシング技術開発の国際連携基盤研究を計画しており、合わせて、本国際研究拠点活動を通じてのグローバル若手人材育成を図る。具体的には、高度センシング技術開発に向け、(1)バイオ・有機材料(ソフトマテリアル)開発基礎研究、(2)機能性ソフトマテリアルのデバイス化およびセンサー化研究、(3)多様なセンシング情報に基づく情報処理研究、に関する融合共同研究を、海外研究拠点および、海外、国内連携研究機関との緊密な連携のもとに展開する。

海外研究拠点としては、我が国の産研および国内連携研究機関の研究と相補的で、かつ優れた関連研究を実施しているマックスプランク、imec、パデュー大学、オックスフォード大学、ノルウェー科学技術大学、パリ南大学を選定し、これらの海外拠点機関と連携関係に

ある周辺の研究機関にも協力を依頼する。また、国内連携研究機関としては、産研と従来から連携関係にある北海道大学電子科学研究所、東北大学多元物質科学研究所、東京工業大学科学技術創成研究院化学生命科学研究所、九州大学先導物質化学研究所ならびに東京大学大学院新領域創成研究科を選定し、ソフトナノマテリアル分野、情報分野の協力研究体制を敷く。このような、海外、国内研究交流体制のもとで共同研究を実施し、定期的セミナー開催による情報の交換・共有、情報発信ならびに、若手研究者育成を推し進め、将来を見据えたこの分野での教育・研究国際ネットワーク化を図る。

## 6. 前年度までの研究交流活動による目標達成状況

25, 26年度は、5. で示した目標を達成するため、海外拠点、連携研究機関との若手派遣及び受け入れによる共同研究により、(1)バイオ・有機材料(ソフトマテリアル)開発基礎研究、(2)機能性ソフトマテリアルのデバイス化およびセンサー化研究、(3)多様なセンシング情報に基づく情報処理研究、に関する基盤的研究を進めて来た。これらの研究によって、ソフトマテリアル・デバイス技術と高度情報処理技術とを融合させた、高度センシング技術開発の目標に向かったの基盤的、要素的研究を全体的にはほぼ達成しつつある。27年度にはこれらの要素技術をもとに上記高度センシング技術開発の実現に向かうため、センシングデバイスの方向をフレキシブル・バイオ・脳波センシングデバイスに絞り込むこととし、これに高度情報処理技術を関係させた国際連携・若手派遣研究交流を展開した。平成27年度までの主な交流活動と成果は以下のものである。なお、各連携の右肩に、後の7. で述べる27年度から再編された以下の3つの研究グループの番号を示す：①フレキシブルセンシングデバイス、②バイオセンシング、③センシング高度情報処理。各連携は27年度よりこの3つのグループ組織のもとのグループ間連携研究を強化することとした。

### (1) バイオ・有機材料(ソフトマテリアル)開発基礎研究

#### ・マックスプランク・マインツ研との連携<sup>①</sup>：

ドイツ・マックスプランク・マインツ研究所 (Blom 研) との共同研究(R1)として、新規有機デバイスの開発研究を産研の旧竹谷研 (現東京大学大学院工学系研究科竹谷研) が25年度からスタートし、東京大学-産研-マインツ研 (連携機関としてオランダ・グローニンゲン大学) 間での連携研究を展開中である。半導体微粒子膜による有機半導体デバイスの共同研究では、マックスプランク側からの博士課程学生1名を竹谷研で受け入れ (25年度～26年度にかけ6カ月間)、高い on-off 比を有する両極性トランジスタの開発に成功した。また、有機強誘電体を用いた低電圧動作型の高性能有機メモリデバイスの開発研究においては、日本側からマインツ研に修士学生1名を1か月間 (25, 26年度) を派遣し、塗布型の高移動度有機半導体と組み合わせた強誘電メモリデバイスの開発に取り組み成果を挙げた。26年11月にマインツ研にてR1グループの小規模セミナー”Seminar on Functional Organic Semiconductors and Devices”を実施 (産研、東大より4名参加)、26年12月に大阪で開催された当事業の第2回全体会議にはマインツ研の Paul Blom 教授が参加、講演し、有機デバイス開発に関する有益な討論を行った。27年度は、前年度までの成果を基に、

センサー信号を記録するメモリを含めたバイオセンサー用のフレキシブル有機半導体・集積デバイスの開発を目指した共同研究を行った(助教1名40日派遣)。ドーピング量を溶液プロセスによって制御する独自の手法を見出し、高移動度の両極性半導体トランジスタのCMOS回路を構築した。

#### オックスフォード大学との連携<sup>②</sup>：

英国オックスフォード大学(物理学科)では、医用ナノサイエンス研究に力を入れており、センシング材料物性および医用センサー技術分野での先端的基礎研究が盛んである。産研では、バイオ材料・バイオセンサー技術、バイオ組織形態の高分解能観察技術研究などが盛んであり、これらの相補的技術、知識を生かした共同研究R-5(産研：松本教授、中谷教授、永井教授、Oxford大Contera准教授)を25年度から開始した。①センサー用化学物質の基盤吸着物理現象や物性測定研究(25年度、准教授、修士学生を各1名1か月派遣：中谷研)、②外部刺激による生体分子反応等の検出(超解像機能イメージング)に関する研究(26年度修士学生1名1か月派遣：永井研)などの先端的連携研究を実施している。26年7月にオックスフォード大学にて、“Oxford Seminar for Bio-Nanomaterials Devices”を開催し、産研からは6名(教授3、准教授1、助教1、修士前期学生1)が参加、ソフトウェア・デバイス関連の討論を行い、連携体制の強化を図った。26年12月に大阪で開催された第2回全体会議には、Oxford大からSonia Contera准教授が参加、講演し、バイオセンサー、デバイスなどに関する有益な討論、情報交換を行った。27年度の連携としては、3月に連携研究者のProf. Christian Eggelingが産研を訪問し、バイオ組織の超高分解能顕微鏡観察法に関する討論と講演を行った。また、Mathew研究室に永井研修士学生1名を1か月派遣、iPS細胞の培養方法、心筋細胞作製技術の習得および自作PHセンサーによる心筋細胞内リゾゾームのPH変化の可視化などの成果を挙げた。永井研では、昨年度派遣者の継続研究により、化学発光性電位センサーによるiPS細胞由来心筋細胞の電気シグナル変化の可視化にも成功している。27年度は松本研よりContera研究室に修士学生1名を1か月派遣し、大阪大学で研究を行っている人獣感染インフルエンザの感染機構を担うウイルスのヘマグルチニンタンパク質について共同研究を行った。オックスフォード大学の液中原子間力顕微鏡(AFM)の技術を用いてヘマグルチニンの形状を液中で観察することに成功した。この成果は今後インフルエンザの人獣感染を調べていく上で貴重な情報となる。

#### ・パリ南大学との連携<sup>②</sup>：

パリ南大学との共同研究R-6(産研：笹井教授、パリ南大：Vo Thanh教授)として、有機機能材料、センシング用材料として可能性のあるキラル化合物合成手法に関する研究を実施している。パリ南大学には、25年度に修士学生1名を1か月、26年度に修士学生1名を2か月派遣し、バイオセンサーに適用可能な反応の探索を行った。パリ南大のグループが開発した天然物由来のキラル配位子と、産研で開発した自然界には見られないキラルなスピロ型化合物を補完的に活用して環境調和型クロスカップリング反応の探索を行うこと

により、新規なヘリセン誘導体等、バイオセンシングに利用可能な新規化合物の創製が期待できる。Vo-Thanh 教授は 25 年度全体会議（ベルギー）への参加も含め、積極的な連携関係を構築して来ている。27 年度には、博士後期課程学生 1 名を 40 日間派遣し、パリ南大学グループで合成したキラル素子を活用した有機触媒の創製を行い、その応用について検討した。27 年度にはパリ南大学から教授 1 名、研究員 1 名が来日し、研究討論と特別講演を行った。

・ブルゴーニュ大学との連携<sup>②</sup>：

25 年度からパリ南大学の研究協力機関・ブルゴーニュ大の Jugé 教授のグループと笹井教授との連携研究により、光学活性なリン化合物を有機分子触媒として用いることにより、類例のない新規反応の開発研究を進めて来ている（25 年度：教授 1 名派遣、26 年度：教授 1 名が訪問）。前述したオックスフォード大学でのシンポジウムには Juge 教授も参加し、連携中の研究成果について講演した。27 年度は、上述した研究を更に進め、新規の極性転換型触媒反応の進行を見出している。

(2)機能性ソフトマテリアルのデバイス化およびセンサー化研究

・ノルウェー科学技術大との連携<sup>①</sup>：

ノルウェー科学技術大学 NTNU との共同研究 R-3（産研：菅沼教授、NTNU:Z.Zhang 教授）による、センサー用プリンティッド・エレクトロニクスの基盤的研究を進めて来っており、25 年度に修士学生 1 名 1 か月、准教授 1 名 1 週間の派遣、教授 1 名・准教授 1 名 1 週間の受入れを行い、26 年度には、修士学生 1 名 1 か月、准教授 1 名 1 週間の派遣、博士学生 1 名 2 か月の受入れを行った。25、26 年度は、プリント薄膜の電気的・機械的特性の評価研究を行い、共同研究論文を作成した。また、ヘルシンキで開催された”System-Integration Technology Conference (ESTC 2015)”で、共同研究成果を発表し、12 月に大阪で開催された 2nd Conference of SANKEN Core to Core Program には、Jianying He 教授が参加講演し、プリンティッド・エレクトロニクス関係の有益な討論と情報交換を行った。26 年度に博士課程学生 S. R. Pettersen 氏が産研菅沼研究室に 2 か月滞在し、メタルコートポリマー粒子を用いた導電性接着剤の熱伝導度評価と組織解析の研究を実施した。27 年度には博士後期課程学生 1 名を 1 か月派遣し、導電性薄膜、半導体薄膜のストレッチャブル特性の研究を実施、また、27 年 7 月には NTNU でのプリンティッド・エレクトロニクス実装技術に関するセミナーを開催しており（産研から 4 名、imec 1 名、NTNU 5 名）、当会議はフレキシブル・ストレッチャブル・センシングデバイス実現に向けての重要な会議となった。

・imec との連携<sup>①</sup>：

産研と imec（ベルギー）、imec ホルストセンター（オランダ）、imec と連携する協力機関・ゲント大学の Centre for Microsystems Technology (CMST) との 4 者間での共同研究 R-2（産研：菅沼教授、安蘇教授、関谷教授、imec 側代表：De Boeck 教授・CTO）として、フ

レキシブル・デバイス用の基盤研究を進めて来ており、(1) ストレッチャブル&フレキシブル配線の開発研究、(2) 電界効果トランジスタ用フレキシブル有機半導体およびカーボンナノチューブ利用メモリ素子の開発研究を実施・継続している。(1)については、産研の先端ナノ接合技術を取り入れたナノ配線接合用銀インクの開発研究、レーザー焼結によるナノ配線技術開発を実施した(25年度:助教1名3か月派遣、26年度:博士学生1名2か月派遣)。(2)については、産研で開発した複数の塗布型有機太陽電池用新規n型有機半導体について、imecの先端プロセス技術および評価装置によって性能向上と駆動安定性について検討し有益な成果を得ており(26年度修士学生1名1か月派遣)、また、高密度集積を指向した、カーボンナノチューブ電極を用いた抵抗変化型メモリ(RRAM)素子の開発研究(25年度～26年度)にかけ博士学生1名2か月派遣)などを実施している。Imec 研究者は、25年度(ベルギー)、26年度(大阪)の全体会議でいずれも積極的な貢献をしてきている。26年12月に大阪で開催された第2回全体会議には、imecからJo De Boeck教授, Jan Vanfleteren教授と3名の若手研究員が参加し、ウェアラブル・デバイス開発研究に関する講演を行い、有益な情報を交換した。

27年度には、imecへの派遣(博士後期課程学生1名・3か月、助教及び教授各1名2日間)により、ウェアラブル・センシングデバイスに重要となる半導体センサーの特性評価の研究を進めた。特にセンサー検出素子の作成条件を制御することで、半導体センシング機構の解明に資する基礎データの取得に成功した。これらの成果は2015年秋季米国MRS会議にて発表し、現在、論文作成中である。27年7月初めにはR3グループとの共催のプリンティッド・エレクトロニクス実装技術に関するセミナーをNTNUにて開催した(産研から4名、imec1名、NTNU 6名)。また、27年度には、本事業の第3回全体会議をimecが主体となり、imecの協力機関であるHolst Centre(オランダ)にて開催し、産研から8名、東工大1名、imec 4名、Holst Centre2名、Max Planck研1名の参加があった(Oxford大、Purdue大、NTNUはポスター参加)。また、これらの活動の他の予算措置により、Holst Centreと協力関係にあるEindhoven工科大学のサポートにより修士学生1名が3ヶ月産研に滞在し、マイクロフルイドに関する新たなウェアラブルセンサ開発に取り組んだ。さらに、協力企業との共同により産研若手研究員をHolst Centreへ3ヶ月間派遣し、銀ナノワイヤを用いたセンシングデバイスのパターンニングに取り組んだ。

#### ・パデュー大学との連携<sup>②</sup>：

米国 Purdue 大学との共同研究 R-4(産研:松本教授、Purdue 大:Janes 教授)として、Purdue 大側の得意とするナノワイヤ製造技術、およびグラフェン・デバイス作成技術と、産研側で得意とするグラフェン基板バイオセンシング技術を融合させることにより、新規グラフェン基板バイオセンシング・デバイス開発(ストレスセンシング・デバイスなど)を目的とした研究を推進させている。25年度のベルギーでの全体会議参加(David Janes 教授)など含め連携を深めつつある。25年度には修士学生1名を1か月、26年度には助教1名を1か月派遣し、デバイス創成に必要なグラフェンと金ナノワイヤのコンポジットの作成の研究を行い、その透過率の改善を行う研究を実施した。当研究は、精神ストレス

時での DNA 配列変化を読むストレスセンシング・デバイスの開発研究として期待されている。27年度には修士学生1名を1か月派遣し、グラフェンとナノチューブのコンポジット材料を形成する研究を Purdue 大学の学生と共同して遂行した。この技術により導電率が向上したグラフェンを阪大側で研究しているバイオセンサーに用いることにより、検出電流の増加、雑音耐性の向上に伴うセンサー検出感度の上昇が期待できる。

### **(3) 多様なセンシング情報に基づく情報処理研究**

#### **・ドレクセル大学との連携<sup>③</sup>：**

本事業協力機関である米国ドレクセル大学との共同研究 R-7（産研：八木教授、ドレクセル大：Nishino 准教授）は26年度から開始されている。この前段階として、25年度には八木研究室から博士学生1名をドレクセル大に2か月派遣し、またドレクセル大から Nishino 准教授を1週間受入れることにより、安心安全に関する高度な人・環境情報取得の要素技術の確立に向けての共同研究を進めた。25年11月に沖縄にて高度センシング技術に関する小規模セミナーを開催し、ドレクセル大学から Nishino 准教授が参加した。26年度からは、ウェアラブルカメラと環境固定カメラの統合による環境三次元モデル化を行う際に要素技術となる撮影画像間の対応点獲得について、解像度が大きく異なる画像間でも密に対応付けが得られる手法の開発などを実施しており、ドレクセル大学との間で定期的にネット会議による意見交換を行い、着実に研究を推進している。27年8月には八木教授と満上助教がドレクセル大 Nishino 教授を訪問し小規模セミナーを開催し、意見交換の結果、「ウェアラブルカメラ映像中の人の注視方向の推定」のテーマで今後の連携研究を進めることとなった。その後、ネット会議等で議論を継続し、一定の成果を得た。それら成果は28年5月、8月の情報関係国内会議にて発表の予定であり、コンピュータビジョン関係国際会議にも論文投稿予定である。

#### **ジョセフ・フーリエ大学、レンヌ第1大学との連携<sup>③</sup>：**

本事業の協力機関であるフランスのジョセフ・フーリエ大学との共同研究 R-8（産研：鷺尾教授、ジョセフ・フーリエ大：Termier 准教授）は26年度から開始している。スマートフォンに代表されるモバイル・ウェアラブル端末はますます高度化し複雑化しつつも、その価格は急激に低下しつつある。そのために、半自動化による効率的、高信頼な動作検証方法の開発が喫緊の課題となっている。25年度には共同研究の前段階として、鷺尾教授が同大を1週間訪問し、モバイル・ウェアラブルデバイスから収集されるビッグデータをマイニングする技術を共同開発するための協議を行い、また、ビッグデータ・マイニングに関するワークショップも開催している。26年度は教授1名がジョセフ・フーリエ大学を訪問し、電子デバイスから出力される動作ログビッグデータからデバイス動作の検証を行う研究課題について、解析アルゴリズムの最適化に関する議論を行い、共同研究を進めつつある。27年度からは、Termier 教授がレンヌ第1大学に転出（准教授より昇進）したが、共同研究 R-8 は継続されており、27年度には教授1名（9日間）がレンヌ第1大学を訪問し、電子デバイスから出力される動作ログビッグデータからデバイス動作の検証を行うリ

アルタイム解析アルゴリズムへの拡張に関する研究・討論を行った。これにより、センシングデバイス実動作中の監視や管理を含めた高信頼化技術の実装が可能となり、その知見を基に、日本側においてスマートフォンなどに実装可能な超小型の微粒子センサや嗅覚センサの高信頼化情報技術の開発を開始した。28年度は、以上のような日欧のセンシングデバイス及びそのデータ解析技術開発の現状と課題を洗い出し、今後の可能性と展望を明らかにするセミナーを、レンヌ第1大学にて開催する予定である。

・ワシントン大学との連携<sup>③</sup>（米国協力機関との研究者交流）：

25年度から当事業での「研究者交流」にて始まった機械学習・データマイニング技術に関する連携研究(産研：鷺尾教授、ワシントン大学：Jeff Bilmes 教授)を継続しつつある。26年度は特に、この技術が得られたときに実現が期待されるコンピュータ・ビジョン技術の可能性、基礎原理に関して検討・検証を進めた（25年度准教授1名派遣；26年度：准教授1名派遣）。27年度は准教授1名がワシントン大学を1週間訪問し、電子センシングデバイス等から出力される画像データを処理し、特定の被写体とその動きを抽出するための、機械学習最適化の基礎原理の確立を目指す共同研究を行った。28年度からは、ワシントン大学との研究交流成果を発展的に「共同研究 R8」に組み入れ、産研—レンヌ第一大学—ワシントン大学との連携共同研究を展開することとなった。

・KU Leuven との連携<sup>③</sup>：

本事業の協力機関であるベルギーのルーベン・カトリック大学(KU Leuven)との共同研究 R-9 (産研：沼尾教授、ルーベン・カトリック大：De Raedt 教授) は 26年度から開始されている。KU Leuven と imec は、情報関係分野においても緊密な連携関係にある。このため、25年度には沼尾教授が imec、KU Leuven を訪問し、imec が開発した各種生理センサを用いた生理情報処理やデータマイニングに関する今後の共同研究について検討を行った。26年度には、センシングしたデータに関するデータベース構築と、それを用いた診断に関する情報処理研究を進めるため、KU Leuven に助教1名を1カ月派遣（教授1名も1週間派遣）し、シンボルを中心とした推論、機械学習およびデータマイニングについての共同研究を実施した。27年度には、博士後期課程学生1名を2か月半、教授1名を1週間派遣し、生体センサの情報を活用した音楽の推薦に関する研究を進展させた。

・テレコム研・パリとの連携<sup>③</sup>（フランス協力機関との研究者交流）：

25年度から仮想外的抑圧（観客、聴衆などによる心理的抑圧状態を想定）による心理状態の変化について、当事業での「研究者交流」を開始し（産研：沼尾教授、テレコム研：Catherine Pelachaud 博士）、26年度も継続した（25年度：教授1名、修士学生1名派遣；26年度：助教1名を派遣）。27年度はテレコム研施設の移設工事が入ったため、当「研究者交流」計画は実施できなかった。

## 7. 平成28年度研究交流目標

### ＜研究協力体制の構築＞

本事業は、阪大産研と6つの欧米主要拠点（英国、ドイツ、ベルギー、フランス、ノルウェー、米国）、ならびに、それらと連携するいくつかの連携研究機関から成り立つ。3年目となる27年度は、当プログラムでのセンシングデバイスの方向を、特にフレキシブル・バイオ・脳波センシングデバイスに絞り込み、それと高度情報処理技術を関係させた国際連携・若手派遣研究交流を展開した。7拠点と協力機関の共同研究内容を整備したうえで、個々の共同研究グループでの研究の特徴を一層鮮明にし、①フレキシブルセンシングデバイス、②バイオセンシング、③センシング高度情報処理、の3方向でのグループ間連携研究を強化することとした。28年度からは、27年度に実施された「中間評価」でのコメントに従い、グループ間連携を強化した国際連携研究を一層推進させ、フレキシブル・バイオ・脳波センシングデバイスと高度情報処理技術の融合による新規デバイスの実現に向けた研究を推進する。

中間評価でのコメントに沿って、28年度からの研究協力体制をより強固にする目的で、国際シンポジウム内容をより戦略的・目的志向型のものに変えて行く。また、ネットワーキングに関しては、海外機関との上記グループ連携による分野研究内ネットワークの強化と並行して、「強固かつ長期的な、新規フレキシブルセンシングデバイス創製研究・日米欧グローバルネットワークの形成」を求めて行き、これに沿った人材交流を強化して行く。

### ＜学術的観点＞

健康・安心安全のためのソフトマテリアル・センシングデバイス創生・高度センシング技術開発を標榜する本プログラム計画を達成させるため、平成25,26年度には海外拠点共同研究機関ならびに協力研究機関と連携し、この研究計画の要素的・基盤的研究である(a)バイオ・有機材料(ソフトマテリアル)開発基礎研究、(b)機能性ソフトマテリアルのデバイス化およびセンサー化研究、および、(c)多様なセンシング情報に基づく情報処理研究を実施してきた。これらの研究はいずれも、学術的にもそれぞれの分野で開拓的な最先端の研究であり、この2年間の研究により、それぞれの分野における発展可能な方向と困難な方向の区分けがほぼ終了したと言える。27年度は、過去2年間の要素的、基盤的研究結果を基にし、全体の研究方向を特にフレキシブル・バイオ・脳波センシングデバイスの創製に絞り込み、それと高度情報処理技術を融合させた国際連携研究を展開することとし、①フレキシブルセンシングデバイス、②バイオセンシング、③センシング高度情報処理の3テーマのもとに各共同研究グループの研究を展開し、当事業の目標を目指すこととした。27年度夏には「中間評価」が実施され、当事業の新規性および共同研究に対しては一定の好評価を得たが、当事業の目標であるソフトマテリアル・デバイス創製の実現に向かっては、一層のグループ関連連携研究が必要である点が指摘されている。28年度の当事業の研究では、上記①、②、③の3つの研究テーマのもと、中間評価での指摘に沿って、事業目標への結実に向けての共同研究グループR1～R9間の一層の連携研究を展開する。

①フレキシブルセンシングデバイス（共同研究グループ：R1, R2, R5）

- ・フレキシブル有機半導体デバイス技術の開発研究
- ・フレキシブル・ストレッチャブルデバイス回路技術、ナノ配線の開発研究

②バイオセンシング（共同研究グループ：R3, R4, R6）

- ・バイオ関連センシングデバイスの開発研究
- ・バイオセンサー開発研究

③センシング高度情報処理（共同研究グループ：R7, R8, R9）

- ・フレキシブル脳波センシング対応情報処理技術の開発研究
- ・センシングに関するデータベース構築と医療診断への応用研究
- ・高感度・環境センシングによる安全安心高度情報処理技術開発

これらの連携研究の具体的方向として、28年度には、(a)ストレス（心労）センサーの創製、(b)フレキシブル・電位測定デバイスによる脳波センシング、(c)フレキシブル・ストレッチャブル超高感度圧力センシングデバイス創製、(c)情報処理応用・精神・身体状態の診断、などのセンシングデバイス創製研究で成果を挙げる計画である。更に、29年度はこれらデバイス(a), (b), (c)に高度情報機能を備えた新規デバイスのプロトタイプ創製に向けて、①、②、③分野を跨ぐ共同研究を実施し、具体的成果に繋げて行く。

<若手研究者育成>

27年度の海外若手派遣については、当事業研究テーマに沿った研究成果を挙げる必要性から、派遣期間は25,26年度での標準1か月派遣を改め、2か月派遣(1名)、3か月派遣(1名)も組み入れた。派遣人数として従来とほぼ同数の12名となった。欧米各拠点研究機関からも日本への9名の若手研究者を受け入れた(1日～10日間滞在)。また若手研究者(准教授、助教)による連携共同研究のため、若手研究者(助教、准教授)名が海外拠点機関、協力機関を訪問した。

28年度も引き続き若手研究者育成を目指した交流活動を活発に行う。また、国際セミナーでは、若手研究者の積極的な参加も企画する。中間評価での指摘に従って、若手研究者の海外派遣期間の延長や、国際セミナー参加への支援、アジア留学生の海外派遣など、更に積極的に実施したいところであるが、事業経費は頭打ちとなっており、この点は大変残念である。

<その他（社会貢献や独自の目的等）>

本事業のもとで、ソフトマテリアル・センシングデバイスを創生し、さらに先端情報処理技術を導入することによって、医療や安全生活上有用なウェアラブルな高度センシングデバイスを創製することが可能となる。このような開発研究によって、人類が安全・安心のもとに生活できる健康管理環境や生活環境を作り出すことができ、社会貢献に繋げることが出来る。このような技術開発は、単発的な研究から生まれるものではなく、そのような方向性を持った融合国際研究コンソーシアム形成とその組織内での活発な共同研究・情報

交換により初めてスピード感をもって達成できるものである。本事業はそのようなタイプのグローバル研究の先端を走る事業であり、合わせてグローバル若手人材の育成に寄与できる事業である。その成果はすでに一部表れており、当、医療・安心安全に関する研究ならびに海外連携研究は大阪大学 COI 研究にも反映されている。現在、産研および imec は医療センサーや脳波センシング関係の大阪大学 COI 研究の中心的部分を担っており、この拠点形成事業に参加している若手研究者の数人は、当 COI 研究でも十分な活躍を見せている。このように、当拠点形成事業で培われつつある連携研究体制、国際共同研究体制の今後に果たす役割は非常に大きいと考えている。

## 8. 平成28年度研究交流計画状況

### 8-1 共同研究

整理番号	R-1	研究開始年度	平成25年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) フレキシブル有機半導体デバイスの開発 (英文) Development Study on Flexible Organic Semiconductors Devices				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 竹谷純一・東京大学大学院新領域創成科学研究科・教授 (英文) Junichi TAKEYA・Graduate School of Frontier Sciences・The University of Tokyo・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職	(英文) Paul BLOM・Max Plank Institute (Mainz Laboratory)・Director				
28年度の 研究交流活動 計画	平成25-27年度の日本側の竹谷教授グループと欧州側のBlom教授による共同研究により、新規塗布型有機半導体デバイスの基礎物性とキャリア伝導機構を解明する研究と、有機強誘電体を用いた低電圧動作型の高性能有機メモリデバイスの開発研究、さらにカーボンナノチューブの両極性トランジスタの研究が実施され、成果を挙げた。28年度はこれらの成果のもとに、R2グループ R5グループとも連携を強化した、塗布法によるフレキシブル基板上の印刷半導体集積回路に関する共同研究を実施し、 <u>バイオセンサー用フレキシブル印刷半導体回路の開発およびこれに向けた半導体材料の構造機能</u> <u>関連の研究を進める。</u> このため、日本側から若手研究者2名をBLOM教授または協力機関（グローニンゲン大学）のもとに1ヶ月および3ヶ月派遣し、BLOM教授の関係の若手研究者を1名、3か月程度受け入れる。				

**平成24～27年度採択課題**

28年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	<p>昨年度までの高移動度の n 型、p 型及び両極性の印刷半導体の開発研究成果をもとに、28年度にはメモリアクセス可能な集積回路デバイスの開発が期待され、R2,R5 グループが進めているフレキシブル・ナノ配線技術を利用することによって、センサー信号を記録するメモリを含めたバイオセンサー用のフレキシブル印刷半導体の高機能集積デバイスの開発研究成果が期待できる。</p> <p>共同研究においては、大学院生がドイツ研究機関特有の、基礎に裏打ちされた堅実な研究スタイルに触れることが出来、学生の国際感覚の向上が期待できる。</p>
---	--

整理番号	R-2	研究開始年度	平成25年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	<p>(和文) 高度センシング・ウェアラブルデバイス・実装技術開発</p> <p>(英文) Development of Advanced Sensing and Wearable Devices and Their Packaging Technologies</p>				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	<p>(和文) 菅沼克昭 大阪大学産業科学研究所 教授</p> <p>(英文) Katsuaki SUGANUMA ・ The Institute of Scientific&amp; Industrial Research ・ Osaka University ・ Professor</p>				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職	<p>(英文) Jo DE BOECK ・ imec (Interuniversity Microelectronics Centre) ・ CTO &amp; senior vice president of imec</p>				
28年度の 研究交流活動 計画	<p>平成25—27年度には、imec が有するレーザーパターニング技術、ストレッチャブル配線作製技術、産研側が有するソフトナノマテリアル・金属ナノ材料デバイス技術と組み合わせて、次世代フレキシブル・ウェアラブルデバイスに資するストレッチャブル透明導電膜を開発とデバイス実装の共同研究を実施した。また、産研で開発した有機化学合成・電界効果トランジスタ (OFET) 用新規半導体材料の性能向上研究と相補回路構築を imec と共に実施し、<u>医療等に適した高感度センシング・ウェアラブル (ストレッチャブル) デバイスの開発に向けた研究を進行させた。</u></p> <p>28年度は、imec-Holst Centre の協力機関である Eindhoven 工科大学へ修士学生を1名派遣し、デバイス設計のために imec-Holst Centre へ助教1名を派遣し、フレキシブルなマイクロフレイドセンサデバイス開発研究を実施する。また、R1, R5 グループとも連携を密にし、高感度センシング・ウェアラブル (ストレッチャブル) デバイスの開発に向けた研究を一層進展させる。</p>				

<p>28年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>imec と産研が独自に有する最先端の技術・材料を互いに持ち寄ることにより、世界に先駆けたデバイス研究開発がさらに進行する。</li><li>ヘルスケア用フレキシブル・ウェアラブルデバイスに必須要素技術として、マイクロ流体センサなど新規なデバイス構造の最適化と印刷配線開発が実現する。</li><li>産研・imec 交流研究で開発された安定動作 n 型半導体のフレキシブルインバータ回路や光センサーへの応用研究を R1 グループとの連携により行うことで、ウェアラブルデバイス分野の展開が一層開ける。</li></ul> <p>共同研究においては、大学院生が imec の有する優れたデバイス検証システムに接することで、世界最先端のエレクトロニクスデバイス研究を展開することが期待され、学生の国際感覚の向上が期待できる。</p>
--	--

**平成24～27年度採択課題**

整理番号	R-3	研究開始年度	平成25年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) ナノワイヤによるバイオセンシング技術の開発 (英文) Bio Sensing using Nanowire				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 松本和彦・大阪大学産業科学研究所・教授 (英文) Kazuhiko MATSUMOTO・The Institute of Scientific& Industrial Research・Osaka University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職	(英文) David JANES・Purdue University・Professor				
28年度の 研究交流活動 計画	平成26、27年度は、Purdue 大学に学生を派遣し、Purdue 大学の大学院学生と共同でグラフェンと金ナノワイヤ・コンポジットの作成の研究を行い、その伝導率と透過率の改善を行う研究を実施して来た。28年度は、これらの成果を基に、優れた検出感度を有するバイオセンシングに適応したグラフェン/ナノチューブ・検出デバイス創成に向けての共同研究をさらに進展させ <u>フレキシブル・バイオセンシングの実現</u> に向けた共同研究を展開する。このため、共同研究グループ R4, R6 との情報交換を密にし、連携を一層強化する。28年度も若手研究者を1名、1か月 Purdue 大学に派遣し、Purdue 大学からは JANES 教授が産研を訪問し、当共同研究を深める計画である。				
28年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	米国側の得意とするナノワイヤ製造技術、およびグラフェン・デバイス作成技術と、産研側で得意とするグラフェン基板バイオセンシング技術を融合させることにより、新規グラフェン基板バイオセンシング・デバイス開発の研究をさらに推進させることが期待できる。当該研究は、具体的には人獣感染インフルエンザの人獣識別と亜型識別などを簡易に高速に行う際に有用なものである。共同研究においては、大学院生が米国大学特有の積極的な研究姿勢に触れ、自主的な研究活動を展開することが期待され、学生の国際感覚の向上が期待できる。				

**平成24～27年度採択課題**

整理番号	R-4	研究開始年度	平成25年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) バイオセンシング現象の解明 (英文) Analysis of Bio-sensing Phenomena				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 松本和彦・大阪大学産業科学研究所・教授 (英文) KazuhikoMATSUMOTO・The Institute of Scientific and Industrial Research・Osaka University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職	(英文) Sonia CONTERA・Department of Physics・University of Oxford・Director of Oxford Martin Program (Associate Professor)				
28年度の 研究交流活動 計画	平成27年度は、優れたバイオセンサー実現のための低分子やタンパク質などの基板上での吸着、結合に関する現象の物理的な解明、複数の生体分子を同時にバイオセンシングする機構ならびにセンサー特性の解明に関する研究を実施してきた。28年度は、これらの研究を基に、R3, R6 グループとも情報交換を密にし、連携研究を進める。1) <u>表面を分子で修飾したグラフェンを用いたインフルエンザ対応・バイオセンサーの研究をおこない</u> 、また、(2) <u>生理反応に伴う温度変化を1細胞レベルで検出するバイオセンサー</u> に関する共同研究を実施し、優れたバイオセンシングデバイス実現に寄与する。このため、28年度は、若手研究者2名をOxford大学に派遣(各1か月滞在)し、一方で、Oxford大学から1か月滞在の若手研究者を1名受け入れる。				
28年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	オックスフォード大では、医用ナノサイエンス研究、医用センサー技術の基礎研究が盛んである。産研では、バイオ材料・グラフェン利用バイオ・センサー、バイオ組織形態変化の高分解能観察技術研究などが盛んであり、これらの相補的關係によって、新しい機能を有するバイオセンサーや新しいセンシング技術開発が期待できる。28年度は、表面を分子で修飾したインフルエンザウイルス検出バイオセンサーの開発研究および、従来、組織レベルの空間分解能でしか捉えることができなかった温度変化を単一細胞レベルで検出するバイオセンシング研究の成果が期待される。後者では、前年度までに開発した複数の生体分子の同時センシング法と組み合わせることで、包括的な細胞活性状態のセンシングが可能になると期待される。 共同研究においては、大学院生が伝統的なOxford大の研究の環境に触れ、自主的な研究活動を展開することが期待され、学生の国際感覚の向上が期待できる。				

**平成24～27年度採択課題**

整理番号	R-5	研究開始年度	平成25年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) プリンテッドエレクトロニクスのナノ材料の力学解析 (英文) Mechanical Analysis of Nanomaterials for Printed Electronics				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 菅沼克昭・大阪大学産業科学研究所・教授 (英文) Katsuaki SUGANUMA, ・The Institute of Scientific and Industrial Research・Osaka University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Zhiliang ZHANG・Director of NTNU Nanomechanical Lab., Dept. Structural Engineering・Norwegian University of Technology (NTNU)・Professor				
28年度の 研究交流活動 計画	平成25～27年度でノルウェー科技大学 (NTNU) とアルト大学との共同研究により、フレキシブルな導電性材料の機械特性および熱物性などの研究を進めており、共同研究ネットワークを確立することができた。また、28年度は、これまで構築した研究ネットワークを通じ、導電性を構成する銀等のフィラーの接触界面について研究を行い、 <u>フレキシブル・ストレッチャブル・センシングデバイスの優れた機械特性付与に貢献する</u> 。特に、NTNUに若手研究者を1名、1か月派遣し、ナノ構造を持つ金属組織の導電性と機械特性、熱特性の解析的研究を行う。また、NTNUからはPhD学生など若手研究者を1名、1～2か月受け入れ、フィラーの接触界面観察などの実験的研究を進める。両研究グループの得意とする相補関係を活かすとともに R1, R2 グループとも研究連携し、シナジー効果を高める。				
28年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	フレキシブルな導電体を使いこなし、ウェアラブル・デバイスに応用するためには、それを構成する銀などの導電性フィラーの接触界面が特性の鍵を握ることが分かってきた。接触界面の機械・熱・電気特性を明らかにし、フィラーの構成するネットワーク構造を解析とモデル化することにより、フレキシブル配線の特性を支配する主要因を理解できると期待される。これが実現すれば、 <u>機械特性に優れたフレキシブル導電性材料の設計と応用開発</u> を大いに加速できると考えられる。 また、研究員の相互派遣により、大学院生が欧州大学特有の基礎に裏打ちされた研究姿勢に触れ、堅実な研究活動を展開することが期待され、学生の国際感覚の向上が期待できる。				

**平成24～27年度採択課題**

整理番号	R-6	研究開始年度	平成25年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) 新規反応の開発を基盤とするバイオセンシングデバイスの創製 (英文) Development of Novel Bio-sensing Devices Based on New Reaction				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 笹井宏明・大阪大学産業科学研究所・教授 (英文) Hiroaki SASAI・The Institute of Scientific and Industrial Research・Osaka University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・ 職	(英文) Giang VO-THANH・University of Paris-Sud・Institut de Chimie Moléculaire et des Matériaux d'Orsay (ICMMO)・Professor				
28年度の 研究交流活動 計画	平成25～27年度は、パリ南大学に毎年大学院生を派遣し、バイオセンサーに適用可能な反応の探索を行った。また、ブルゴーニュ大のJUGÉ教授のグループとの連携研究により、リン原子上にキラル中心を持つ新規化合物の創製と、その触媒作用の探索を行った。28年度は、ヘテロヘリセン類の一段階合成法を確立し、有機電子デバイスとしての物性を評価する。また、R3, R4グループとも連携・情報交換を密にし、バイオセンシングデバイスへの応用研究を実施する。このため、ブルゴーニュ大学に2ヶ月間、博士課程学生1名を派遣し、パリ南大学からの若手研究者を1ヶ月受け入れる予定である。				
28年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	パリ南大のグループが開発した天然物由来のキラル配位子と、産研で開発したスピロビスイソオキサゾリン配位子 (SPRIX) など自然界には見られないキラル化合物を補完的に活用する新規反応の探索を継続することにより、ヘテロヘリセン誘導体等、バイオセンシングに利用可能な新規化合物の創製が期待できる。また、ブルゴーニュ大との共同研究では、P-キラルなホスフィンを有機分子触媒やキラル配位子として活用する幅の広い展開が可能である。いずれのグループとの共同研究においても、大学院生が実際に現地で共同研究を行う。28年度は、大学院生がブルゴーニュ大学に2ヶ月間滞在して自主的に研究活動を展開することを予定しており、学生の国際感覚が大きく向上するものと期待している。				

**平成24～27年度採択課題**

整理番号	R-7	研究開始年度	平成26年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) ヘテロなカメラ群による視点偏在化システムの実現 (英文) Omnipresent Vision System by Heterogeneous Cameras				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 八木康史・大阪大学産業科学研究所・教授 (英文) Yasushi YAGI・The Institute of Scientific& Industrial Research・Osaka University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Ko Nishino・College of Computer and Information・Drexel University・Associate Professor				
28年度の 研究交流活動 計画	27年度までの「研究者交流」、「共同研究」により、ウェアラブルカメラと環境固定カメラの統合による新たな環境三次元モデル化に関する議論が深まり、要素技術の開発も進んでいる。これらを踏まえ、27年度より、安心安全を保障するセンシングに関する新たな高度情報処理技術として「ウェアラブルカメラ映像中の人の注視方向の推定」という具体的テーマを開始させている。本年度もこのテーマを継続し、その成果を国内外の会議や論文誌で情報発信する。それを達成するため、継続的なネット会議に加えて、より深い議論を行うために若手研究者1名がドレクセル大学に短期滞在する予定である。				
28年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	Associate Prof. NISHINO は、コンピュータビジョン分野における著名な研究者の一人であり、当該分野のトップレベルの会議や論文誌に多数の論文が採択されている。本年度は、これまでの成果に関する共著論文をコンピュータビジョン関係の国際会議に投稿する予定である。Associate Prof. NISHINO と共同で論文を執筆することにより、本学若手研究者や学生の意識やスキルの向上が期待される。また、その成果がレベルの高い国際会議や論文誌に採択されることにより、双方の大学や本プロジェクトの国際的なビジビリティの向上にも寄与する。				

**平成24～27年度採択課題**

整理番号	R-8	研究開始年度	平成26年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) 電子デバイスビッグログデータからのデータマイニング (英文) Data mining from big log data of electric devices				
日本側代表者 氏名・所属・ 職	(和文) 鷺尾 隆・大阪大学産業科学研究所・教授 (英文) Takashi WASHIO・The Institute of Scientific& Industrial Research・Osaka University・Professor				
相手国側代表 者 氏名・所属・ 職	(英文) ・Alexandre TERMIER・University Rennes 1・Professor (フランス) ・Jeff Bilmes・University of Washington・Professor (米国)				
28年度の 研究交流活動 計画	27年度までに、レンヌ大学との「共同研究」、ワシントン州立大学との「研究者交流」により、電子デバイスから出力される動作ログビッグデータからデバイス動作の検証を行う研究課題について、リアルタイム解析アルゴリズムの共同研究を行った。28年度はそれらの成果に基づいて、電子センシングデバイス等から出力されるより複雑な画像データをはじめとする難しい構造・構成を有するデータから、高精度な機械学習を可能にする高度最適化原理を探索する共同研究を、レンヌ大学、ワシントン州立大学と行いセンシングデバイス・高度情報処理に資する研究を推進する。画像収集をはじめとする電子デバイスセンシングデータを高精度解析する技術は、デバイスセンシングの応用展開に必須な技術である。 今年度は、若手研究者1名をワシントン州立大学に1ヶ月の期間派遣する。				
28年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	スマートフォンに代表されるモバイル・ウェアラブル端末による画像センシングは、ますます高速、高分解能化し、その利用範囲は急激に拡大しつつある。そのために、より高速、高精度な画像データ解析技術の開発が喫緊の課題となっている。本研究はその高速、高精度化のためのコア基礎技術開発を目指すものであり、その社会的インパクトは非常に大きいと考える。 本研究課題において28年度に探索する複雑な構造・構成データに関する高精度な機械学習高度最適化原理によって、センシングデバイスのより広範な応用適用が可能になると期待される。 また、本国際共同研究により、若手研究者の自主的な研究活動や国際研究感覚の向上が期待される。				

**平成24～27年度採択課題**

整理番号	R-9	研究開始年度	平成26年度	研究終了年度	平成29年度
研究課題名	(和文) 機械学習とデータマイニング (英文) Machine learning and data mining				
日本側代表者 氏名・所属・職	(和文) 沼尾正行・大阪大学産業科学研究所・教授 (英文) Masayuki NUMAO・The Institute of Scientific and Industrial Research・Osaka University・Professor				
相手国側代表者 氏名・所属・職	(英文) Luc DE RAEDT・Department of Computer Science, KU Leuven・Professor				
28年度の 研究交流活動 計画	26年度より、シンボルを中心とした推論、機械学習およびデータマイニングについての共同研究をルーベン・カトリック大学と進めており、脳波診断に関するデータベース構築と医療診断のための高度情報処理手法の開発に取り組んでいる。いる。28年度は、この成果に基づいて、宣言的な関係に関する推論および学習についての計算モデルを構築する。その挙動と脳活動を対比することにより、各種の脳活動測定データの解析を行う。また、その応用として、コンテンツの推薦システムのための高度情報処理手法の開発に取り組む。以上の遂行のため、ルーベン・カトリック大学には、若手研究者を3か月、1名派遣する。				
28年度の 研究交流活動 から得られる ことが期待さ れる成果	推論、機械学習およびデータマイニングについての世界最高レベルの研究グループとの共同研究によって、28年度は、センシングしたデータについての機械学習手法の構築と、それをを用いた推薦に関する情報処理研究について、世界レベルの研究への展開が期待される。また、本国際共同研究によって、若手研究者の自主的な研究活動や、国際研究感覚の醸成が期待できる。				

8-2 セミナー

整理番号	S-1
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「グリーンケミストリーセミナー」
	(英文) JSPS Core-to-Core Program “Seminar on Green Chemistry “
開催期間	平成28年9月22日～平成28年9月23日(2日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) フランス、ディジョン、ブルゴーニュ大学
	(英文) France, Dijon, University of Bourgogne
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 笹井宏明・大阪大学産業科学研究所 教授
	(英文) Hiroaki SASAI・The Institute of Scientific and Industrial Research・Osaka University・Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文) Sylvain JUGE・University of Bourgogne・Professor

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (フランス)	
	A.	B.
日本 〈人/人日〉	A.	5/20
	B.	2
ドイツ 〈人/人日〉	A.	
	B.	1
英国 〈人/人日〉	A.	1/3
	B.	
フランス 〈人/人日〉	A.	7/14
	B.	
合計 〈人/人日〉	A.	13/37
	B.	3

A. 本事業参加者(参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者(参加研究者リスト以外の研究者等)

※日数は、出張期間(渡航日、帰国日を含めた期間)としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

セミナー開催の目的	・バイオセンシングデバイスの創製に必要な有機化合物を合成するための新規反応開発や、バイオセンシングデバイスとしての利用が見込まれるキラル化合物の応用研究について情報交換するとともに、若手研究者に発表の機会を与えてスキルアップを図る。
-----------	--

**平成24～27年度採択課題**

期待される成果	<p>これまでに前例のないキラルなヘリセン様化合物やキラルなホスフィン化合物について互いの造形を深め、これらの応用について境界領域の研究者を含めた共同研究への展開が見込まれる。また、若手研究者・学生の国際性が豊かとなる。</p>	
セミナーの運営組織	<p>・ Organizing committee:          Université de Bourgogne-Franche-Comté          ICMUB-StéréochIM- 9 av. A. Savary          BP 47870 21078 Dijon Cedex          Hiroaki Sasai · The Institute of Scientific &amp; Industrial Research · Osaka University · Professor</p>	
開催経費 分担内容	日本側	<p>内容          国内旅費          外国旅費          消費税</p>
	(英国) 側	<p>内容 旅費、滞在費</p>
	(フランス) 側	<p>内容 会場費、レセプション費 他</p>

整理番号	S-2
セミナー名	<p>(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「センシングデータに関するデータマイニングセミナー」          (英文) JSPS Core-to-Core Program “Data Mining on Sensing Data “</p>
開催期間	平成28年9～12月中(1日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	<p>(和文) フランス、レンヌ、レンヌ第1大学          (英文) France, Renne, University of Rennes 1</p>
日本側開催責任者 氏名・所属・職	<p>(和文) 鷺尾隆・大阪大学産業科学研究所・教授          (英文) Takashi WASHIO · Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University · Professor</p>

相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催 の場合)	(英文) Alexandre TERMIER・University Rennes 1・ Professor
--	---

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (フランス)	
	A.	B.
日本 〈人／人日〉	A.	2/ 6
	B.	2
ドイツ 〈人／人日〉	A.	
	B.	1
英国 〈人／人日〉	A.	
	B.	1
フランス 〈人／人日〉	A.	1/ 1
	B.	10
合計 〈人／人日〉	A.	3/ 7
	B.	13

A. 本事業参加者 (参加研究者リストの研究者等)

B. 一般参加者 (参加研究者リスト以外の研究者等)

※日数は、出張期間 (渡航日、帰国日を含めた期間) としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

セミナー開催の目的	先端的な電子センシングデバイスから出力される複雑かつノイズの多いデータに、パターン認識をはじめとする機械学習・データマイニングの解析技術を適用して、デバイスハードウェアだけでは実現困難な高度なセンシング機能、精度を実現する可能性について検討、展望する。
期待される成果	電子センシングデバイス技術に関して、我が国は世界的にも先端的な技術開発水準を保持している。一方、フランス、ドイツを中心とするEU諸国は、電子センシングデバイス技術に関する基礎研究を進めながらも、よりソフトウェアに重点を置いた開発を行っている。本セミナーの開催によって、日欧の強みを活かした技術開発の展望を拓くことが期待される。

セミナーの運営組織		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ Organizing committee:</li> <li>Université de Bourgogne-Franche-Comté</li> <li>ICMUB-StéréochIM- 9 av. A. Savary</li> <li>BP 47870 21078 Dijon Cedex</li> <li>Takashi Washio, ・ The Institute of Scientific&amp; Industrial Research ・ Osaka University ・ Professor</li> </ul>
開催経費 分担内容	日本側	内容 国内旅費 外国旅費 消費税
	(フランス)側	内容 会場費、レセプション費 他

整理番号	S-3
セミナー名	(和文) 日本学術振興会研究拠点形成事業「第4回拠点形成総合セミナー」
	(英文) JSPS Core-to-Core SANKEN Program “4th Conference for Fusion to Fabricate Soft-Materials Sensing Devices”
開催期間	平成28年12月14日～平成28年12月14日 (1日間)
開催地(国名、都市名、会場名)	(和文) 日本、大阪市、コングレ・コンベンションセンター
	(英文) Japan, Osaka, Umeda-Congres Convention Center
日本側開催責任者 氏名・所属・職	(和文) 松本和彦 大阪大学産業科学研究所、教授
	(英文) Kazuhiko MATSUMOTO, ISIR Osaka Univ. Professor
相手国側開催責任者 氏名・所属・職 (※日本以外での開催の場合)	(英文)

参加者数

派遣先 派遣元	セミナー開催国 (日本)	
日本 <人/人日>	A.	30/30
	B.	5
ドイツ <人/人日>	A.	1/1
	B.	
ベルギー <人/人日>	A.	2/2
	B.	
英国 <人/人日>	A.	1/1
	B.	
米国 <人/人日>	A.	1/1
	B.	
ノルウェー <人/人日>	A.	1/1
	B.	
フランス <人/人日>	A.	2/2
	B.	
オランダ (第三国) <人/人日>		2/2
合計 <人/人日>	A.	40/40
	B.	5

- A. 本事業参加者 (参加研究者リストの研究者等)  
 B. 一般参加者 (参加研究者リスト以外の研究者等)

※日数は、出張期間 (渡航日、帰国日を含めた期間) としてください。これによりがたい場合は、備考欄を設け、注意書きを付してください。

セミナー開催の目的	<p>・産研と欧米6拠点 (imec, Max Planck, Oxford 大, Paris-Sud 大, NTNU, Purdue 大) のコーディネーターならびに協力機関を含めた当プログラム参加者が一堂に会し、当事業での4回目の全体会議を開催する。(1) フレキシブル・センシングデバイス開発、(2) バイオセンシング機能と技術開発、(3) 多様なセンシング情報に基づく情報処理研究、に関する最新の共同研究成果について発表し、今後のバイオ/脳波・ウェアラブルセンシングデバイス創製と情報処理技術の融合に向けての共同研究の展開に関する討論などを行う。</p>
期待される成果	<p>25, 26, 27, 28年度の各共同研究を総括し、今後のバイオ/脳波・ウェアラブルセンシングデバイス創製と情報処理技術の融合に向けての共同研究の展開を討論する良い機会となる。</p>
セミナーの運営組織	<p>・Organizing committee:          Kazuhiko MATSUMOTO, Katsuaki SUGANUMA, Junichi TKEYA, Kazuhiko NAKATANI, Takaharu NAGAI, Hiroaki SASAI, Masayuki NUMAO, Takashi WASHIO, Yasushi YAGI, YoshioASO, Takeshi SEKITANI (Osaka Univ.); Jo DE BOECK (imec); Sonia CONTERA (U.</p>

		Oxford); Zhiliang ZHANG (NTNU); Paul BLOM (Max Planck Inst.); Giang VO-THANH (U. Paris-Sud); David Janes (Purdue Univ.). ・Local Committee: Kazuhiko MATSUMOTO, Mototsugu OGURA, Yoshihiko HIROTSU (Osaka Univ.)
開催経費 分担内容	日本側	内容(消費税込で暫定案): 金額 会場費レセプション費他 印刷費(昨年度実績) 消耗品購入等 旅費(国内協力機関参加の場合)
	(ドイツ)側	内容 旅費、滞在費
	(ベルギー)側	内容 旅費、滞在費
	(英国)側	内容 旅費、滞在費
	(米国)側	内容 旅費、滞在費
	(ノルウェー)側	内容 旅費、滞在費
	(フランス)側	内容 旅費、滞在費
	オランダ(第三国)側	内容 旅費、滞在費

### 8-3 研究者交流(共同研究、セミナー以外の交流)

共同研究、セミナー以外の交流(日本国内の交流を含む)計画を記入してください。

所属・職名 派遣者名	派遣時期	訪問先・内容
産業科学研究所・ 前期博士課程・Hagad, Juan Lorenzo (ハガド ジュアン ロレンツ オ)	2016/4～9 の間 の10日間	訪問先: フランス・パリ・Institut Mines-Telecom - Telecom-ParisTech 内容: 平成26-27年度に引き続き、仮想外的抑圧 (観客、聴衆などによる心理的抑圧状態を想 定)による心理状態の変化の各種センサによる 測定について共同研究を実施する。

#### 8-4 中間評価の指摘事項を踏まえた対応

中間評価では、いくつかの今後改良を要する点の指摘を受けた。それらを項目に分けて以下に示す。

[研究計画] :

長期展望に立ち、人材交流を含めて、どの機関とどの部分を強化し、有機的なネットワークに成長させるのかという点についても、より具体的な計画を立てる必要がある。今後の計画については、全体会議等で方向性をより明確にするよう、参加者の意思統一を図る必要がある。

[共同研究の成果] :

(1) ソフトマテリアルデバイス技術と情報処理技術を融合した高度センシング技術への展開への一層の努力が望まれる。

(2) 参加機関数、参加研究者数が多いのに対して、論文発表や学会発表数が少ない。特に研究課題の中心となるソフトマテリアルの開発とデバイス技術に関する共同研究を推進する必要がある。

[拠点間ネットワーク] :

各々の機関との交流は進んでいるが、それらを連携させた研究ネットワーク形成としてはまだ成果が見られない。

[若手交流・人材育成] :

(1) 現状では日本側からの研究者、学生の派遣が多くなっているが、今後は、より多くの海外機関からの若手研究者の招聘や、博士後期課程学生の受け入れも望まれる。

(2) 若手研究者人材育成という観点からは、もう少し長期間（2～3ヶ月）の滞在が効果的と思われるが、長期派遣者の数は少ない。

(3) 持続的な世界拠点として、アジア諸国に対する社会貢献、人材育成についても、将来的に検討することを期待したい。

[マッチングファンド]

滞在費・旅費などを相手国側が適切に負担しているが、現時点では十分に得られているとは言えない。対等な協力関係を築くため、海外研究機関からの若手研究者、学生の受け入れにおいて、今後より一層のマッチングファンドの確保を進める必要がある。

これらの指摘に対し、28年度以降は、以下のような対応を行う。

[研究計画] :

当事業では、27年度以降でのセンシングデバイス技術開発の方向を「フレキシブル・バイオ/脳波センシングデバイス」に絞り込み、①フレキシブルセンシングデバイス、②バイセンシング、③センシング高度情報処理、の3方向でのグループ研究を実施しつつあるが、28年度にはこれら①、②、③のグループ研究を一層強化させ、更に29年度には「高度情報処理技術で機能化された新規センシングデバイス創製（プロトタイプの実現）のための拠点間連携研究」として収斂・結実させる計画である。このために、28年度からの国際

シンポジウム内容をより戦略的・目的志向型のものに変えて行く。また、ネットワークングに関しては、海外機関との上記グループ連携による分野研究内ネットワークの強化と並行して、「強固かつ長期的な、新規フレキシブルセンシングデバイス創製研究・日米欧グローバルネットワークの形成」を求めて行き、これに沿った人材交流を強化して行く。

[共同研究の成果] :

ソフトマテリアルデバイス技術と情報処理技術を融合した高度センシング技術への展開については、上記計画に沿って、28年度、29年度計画の進展に伴い必然的に展開される見込みである。また、論文発表数や学会発表数については、上記①、②、③でのグループ間研究が実りつつあることから、今後、論文発表、学会発表件数は確実に増大する。

[拠点間ネットワークング] :

[研究計画] で述べたように、分野内および分野間の連携を今後一層深めて行くことで、拠点間ネットワークングも活発化される見込みである。

[若手交流・人材育成] :

8-1 共同研究計画に示したように、28年度は、「高度情報処理技術で機能化された新規センシングデバイス創製（プロトタイプの実現）」の核となる研究グループの国際連携研究を後押しするために、これらのグループでの長期派遣（2～3か月）、長期受け入れ（2～3か月）を実施する。また、派遣学生にはアジアからの留学生も従来通り対象とする。

[マッチングファンド]

これは、かねてからの懸案事項であり、欧米拠点研究者の努力に負うところ大であるが、そのためには、基本的に「当事業が海外拠点にとって十分にBeneficial、かつPromisingな研究であること」への認識をさらに喚起する必要がある、このための国際シンポジウム内容の工夫、拠点機関訪問による説明、英字媒体による情報交換など、我々側が一層努力する必要がある。

9. 平成28年度研究交流計画総人数・人日数

9-1 相手国との交流計画

派遣先 (人/人日)	日本 (人/人日)	ドイツ (人/人日)	ベルギー (人/人日)	英国 (人/人日)	米国 (人/人日)	ノルウェー (人/人日)	フランス (人/人日)	オランダ (第三国) (人/人日)	合計 (人/人日)	備考
日本		2/120	1/60	2/60	3/74	1/30	8/86	2/60	19/490	
ドイツ	(2/91)								(2/91)	
ベルギー	(4/16)								(4/16)	
英国	(2/32)						(1/3)		(3/35)	
米国	(2/5)								(2/5)	
ノルウェー	(2/62)								(2/62)	
フランス	(3/32)								(3/32)	
オランダ (ベルギー側) (人/人日)	(3/6)								(3/6)	
合計 (人/人日)	(18/244)	2/120	1/60	2/60	3/74	1/30	8/86	2/60	19/490 (19/247)	

※各国別に、研究者交流・共同研究・セミナーにて交流する人数・人日数を記載してください。(なお、記入の仕方の詳細については「記入上の注意」を参考にしてください。)

※相手国側マッチングファンドなど、本事業経費によらない交流についても、カッコ書きで記入してください。

9-2 国内での交流計画

2/3 <人/人日>
------------

## 10. 平成28年度経費使用見込み額

(単位 円)

	経費内訳	金額	備考
研究交流経費	国内旅費	273,000	国内旅費、外国旅費の合計は、研究交流経費の50%以上であること。
	外国旅費	10,360,000	
	謝金	0	
	備品・消耗品購入費	430,000	
	その他の経費	2,478,000	海外保険料・査証申請料 S-3の会場費・印刷費など
	不課税取引・非課税取引に係る消費税	850,000	外国旅費 海外保険料・査証申請料
	計	14,391,000	研究交流経費配分額以内であること。
業務委託手数料		1,439,100	研究交流経費の10%を上限とし、必要な額であること。また、消費税額は内額とする。
合計		15,830,100	